

PERENCANAAN REPEATER DAN ANTENA INDOOR OPTIK TELKOMFLEXI STUDI LAPANGAN : DI GEDUNG GRHA CITRA CARAKA JAKARTA OPTICAL INDOOR REPEATER AND ANTENNA PLANNING FOR TELKOMFLEXI STUDY FIELD : AT GRHA CITRA CARAKA BUILDING JAKARTA

Wisyenanda Hariyana^{1, -2}

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Pada Tugas Akhir ini mengkaji perencanaan repeater indoor optik pada jaringan Code Division Multiple Access (CDMA). Hal-hal yang dibahas ada tiga bagian pokok yaitu latar belakang penggunaan repeater, setting gain forward dan reverse dan dampak keberadaan repeater terhadap BTS.

Pada latar belakang penggunaan repeater dijelaskan tentang masalah yang terjadi di gedung Telkom Grha Citra Caraka (GCC) sehingga perlu digunakan repeater. Pada setting gain dijelaskan cara penyettingan gain dari arah forward dan reverse dengan melakukan tracing perblok perangkat sesuai dengan syarat maksimum dan minimumnya. Dan yang terakhir menjelaskan dampak repeater terhadap jaringan CDMA, dimana repeater bisa menyebabkan area cakupan BTS mengecil dan kapasitas kanal berkurang.

Dengan direncanakannya repeater optik pada jaringan indoor ini maka permasalahan kualitas sinyal yang tidak bagus didalam gedung dapat diatasi, dimana level daya terima MS rata-rata -57.72dBm dan PN Code yang masuk ke dalam gedung adalah tunggal yaitu 236°. Selain itu, perencanaan repeater optik ini menyebabkan terjadinya pengecilan cakupan BTS sebesar 25%, dan pengurangan kapasitas BTS sebesar 36.36% pada satu sector BTS.

Setiap bagian pokok tersebut telah dilengkapi dengan perangkat lunak guna membantu dalam perhitungan dan pembuatan grafik yang dibangun dari microsoft excel serta sebuah program yang akan memvisualisasikan area cakupan dari antenna repeater indoor optik.

Kata Kunci :

Abstract

At this Final Task the consider the planning of optical indoor repeater on Code Division Multiple Access (CDMA) network. There are three main parts that to be discussed, which are the background of repeater using, forward and reverse gain setting, and the influences of repeater to BTS.

In the background of repeater using, the problem that happened in Telkom Grha Citra Caraka (GCC) building to be explained, so that repeater to be needed. In gain setting, the method of forward and reverse gain setting to be explained with tracing per device block, suitable with maximum and minimum requirement. The last one to be explained about the influences of repeater to CDMA network, which repeater can minimize BTS coverage area and the channel capacity decreased.

Every main part has been completed with software in order to help the calculation and graphic visualization that built from Microsoft excel and a program which will visualisize the coverage area from optical indoor repeater antenna.

Keywords :

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Repeater

2.1.1 Latar Belakang Penggunaan Repeater

Pada sistem komunikasi selular, ada beberapa sebab mengapa daya yang diterima MS relatif kecil. Diantaranya adalah daya pancar BTS yang terbatas dan redaman lintasan yang besar. Dengan terbatasnya daya pancar menyebabkan cakupan area menjadi terbatas pula, sehingga memungkinkan terjadi daerah *blank spot*, yakni daerah dimana tidak terdapat sinyal BTS, akibatnya MS tidak dapat melakukan panggilan. Kondisi dimana redaman lintasan sinyal antara BTS dan MS sangat besar, dapat menyebabkan kualitas suara menjadi turun dan yang paling buruk dapat menyebabkan *drop call*.

Kondisi yang telah diuraikan diatas harus bisa diatasi oleh operator telekomunikasi *wireless*, dikarenakan hal ini meyangkut kepuasan pelanggan. Kepuasan pelanggan berbanding linear terhadap pendapatan operator. Ada beberapa solusi untuk mengatasi hal tersebut, diantaranya adalah :

1. Penambahan BTS

Cara ini memang bagus untuk mengatasi daerah *blank spot*, dan bahkan dapat meningkatkan kapasitas kanal. Keuntungan yang lain adalah pengintegrasian BTS baru dengan sistem yang sudah ada sangat mudah dan tidak ada kendala yang berarti jika instalasinya benar. Kekurangan cara ini adalah biaya untuk penambahan BTS baru sangat besar, sehingga operator akan berpikir dua kali jika melakukan hal ini.

2. Pemasangan Repeater

Pemasangan *repeater* sangat efisien dari segi biaya dan instalasinya. Dengan biaya yang murah daerah *blank spot* dapat teratasi. Instalasinya yang sangat mudah dan tidak memakan banyak tempat untuk peletakkannya, menjadikan *repeater* menjadi solusi yang patut dipertimbangkan.

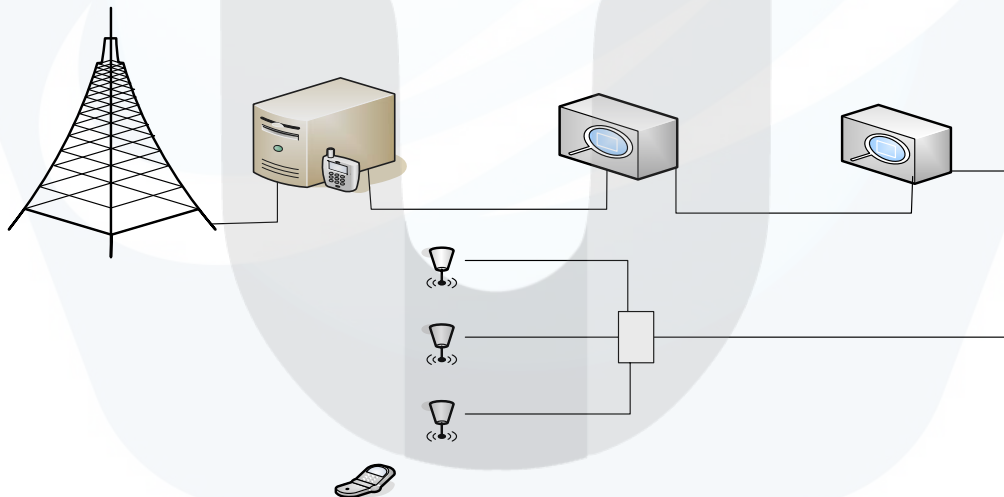
3. Optimalisasi jaringan

Optimalisasi jaringan ada beberapa macam teknik, salah satunya adalah dengan penggunaan *smart antenna*, atau antena cerdas.

Pada tugas akhir ini solusi yang dipilih adalah solusi yang kedua yaitu pemasangan *repeater* pada jaringan CDMA, yang ternyata dapat menurunkan performansi BTS yang dikuatkan sinyalnya oleh *repeater*, jika instalasinya tidak benar.

2.1.2 Definisi *Repeater* CDMA-IX dan Aplikasinya

Repeater adalah suatu perangkat yang berdiri sendiri (*stand-alone device*) yang menerima sinyal CDMA-IX dan memancarkan kembali dengan daya pancar yang lebih besar. Konfigurasi sederhana jaringan *repeater* indoor optik CDMA-IX dapat dilihat pada gambar berikut.



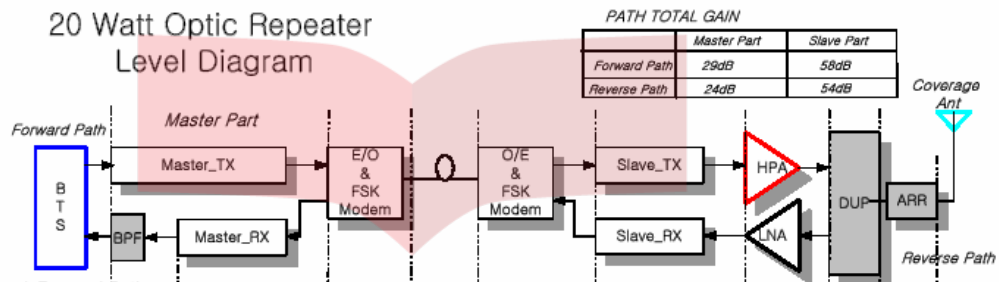
Gambar 2.1 Konfigurasi sederhana jaringan *repeater* indoor optik CDMA-IX

Pada dasarnya penggunaan *repeater* mempunyai tiga tujuan, yakni :

1. Mengatasi *blank spot* di dalam cakupan area suatu sel.
2. Mencakup daerah yang sulit diinstalasi BTS.
3. Memperluas area layanan suatu sel, dari cakupan sel sebenarnya.

2.1.3 Diagram Blok *Repeater Optik*

Gambar diagram blok prinsip kerja *repeater optik* dapat dilihat pada gambar 2.2. Perangkat ini terdiri dari 2 unit: donor (master) dan remote (slave). Donor dipasang di BTS dan remote dipasang di *repeater*.



Gambar 2.2 Diagram blok prinsip kerja *repeater optik*

1. Blok Penguat arah *Forward* dan *Reverse*

Blok ini berfungsi untuk menguatkan sinyal ke arah MS (*forward*) dan ke arah BTS (*reverse*).

2. *Duplexer*

Duplexer berfungsi untuk memisahkan sinyal *forward* dan *reverse*, sehingga memungkinkan untuk dilewatkan melalui satu media transmisi.

3. *Filter* arah *forward* dan *reverse*

Berfungsi sebagai *band pass filter* frekuensi yang membedakan *Forward Link* dan *Reverse Link*.

2.2 Power Control

Pada sistem CDMA, karena semua *user* menggunakan *bandwidth* dan waktu yang sama, maka terjadi *interferensi* antar *user*. Besarnya *interferensi* dari seorang *user* sebanding dengan level daya terima pada BTS dari *user* tersebut, sehingga bagi *user* yang lebih dekat ke BTS memberikan kontribusi *interferensi* yang lebih besar bagi *user* yang lainnya, akibatnya bagi *user* yang paling jauh dari BTS akan menerima *interferensi* paling besar. Masalah ini disebut dengan *near-far problem*.

Untuk mengatasi *near-far* problem ini dilakukan *power kontrol*, yakni pengendalian level daya pancar MS oleh BTS untuk semua MS yang berbeda-beda jauhnya dari BTS, sehingga level daya terima pada BTS sama besar, baik yang berasal dari MS yang jauh maupun yang lebih dekat ke BTS. *Power control* terbagi atas *reverse link* dan *forward link*.

2.2.1 Reverse link

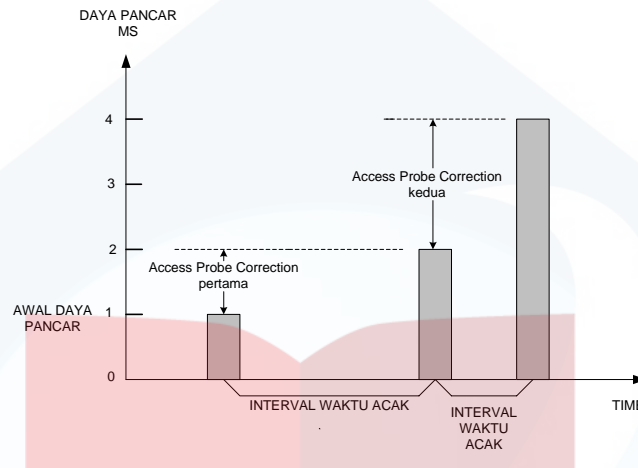
2.2.1.1 Access probes

Satu masalah yang harus diselesaikan secara cepat adalah awal MS memancarkan daya. Sebelum MS membangun kontak dengan BTS, MS tidak bisa dikontrol dayanya oleh BTS. Sehingga yang menjadi pertanyaan, berapa daya yang dipancarkan pada saat awal kontak dengan BTS. Misalkan daya MS yang dipancarkan besar, akibatnya probabilitas permintaan akses diterima oleh BTS sangat besar, namun kerugiannya akan menimbulkan interferensi pada *user* yang sedang dilayani oleh BTS. Jika daya yang dipancarkan kecil, probabilitas permintaan akses yang diterima BTS menjadi kecil, namun keuntungannya tidak menginterferensi *user* yang sedang dilayani oleh BTS. Maka dari itu mekanisme MS untuk melakukan awal hubungan dengan BTS yang distandarkan untuk IS-95 dan IS-2000 adalah ketika MS pertama kali mencoba untuk mengakses sistem, MS mengirim rangkaian *access probes*. *Access probes* adalah rangkaian transmisi yang secara progresif menaikkan daya pancar. MS mengirim *access probe* pertama dengan daya yang relatif rendah, kemudian menunggu response dari BTS. Jika setelah interval waktu tertentu tidak menerima *acknowledgment* dari BTS, maka MS mengirim *access probes* yang kedua dengan daya yang sedikit besar. Proses ini akan berulang sampai MS menerima *acknowledgment* dari BTS.

Selanjutnya standar yang perlu dispesifikasikan adalah awal daya pancar MS ($P_{t, awal}$) dengan melihat level daya terimanya, dengan persamaan sbb :

$$P_{t, awal} = -Pr - 76 \quad (2.2)$$

-76 adalah konstanta yang digunakan untuk sistem PCS.



Gambar 2.3 Proses *access probes* oleh MS untuk mengakses system

2.2.1.2 Open Loop.

Proses yang dijelaskan di atas dinamakan *open-loop power control*, dimana hanya MS yang mengontrol pengoperasian dan tidak melibatkan BTS sama sekali. Proses *open-loop* berlangsung setelah BTS menyetujui permintaan akses MS dan setelah MS akan mulai memancar pada kanal trafik.

2.2.1.3 Close Loop

Pada *reverse loop power control*, BTS mengukur level sinyal terima dari tiap MS dan kemudian mengirim *feedback* ke MS untuk mengatur daya pancarnya. Ketika MS berada pada kanal trafik, BTS mengukur E_b/N_0 dan dibandingkan dengan E_b/N_0 minimum. Jika E_b/N_0 yang terukur melebihi dari E_b/N_0 minimum, maka BTS mengirim 1 *bit command* ke MS agar mengirim daya pancar sebesar 1 dBm. Jika E_b/N_0 yang terukur kurang dari E_b/N_0 minimum, maka BTS mengirim 1 *bit command* ke MS, agar menurunkan daya pancar sebesar 1 dBm. Pengukuran dan perbandingan terjadi setiap 1,23 ms (800 kali tiap detik). *Bit power control* ini dikirim ke MS secara langsung melalui kanal trafik dengan *puncturing* data kanal trafik.

2.2.2 Forward Link

Untuk arah *forward*, sistem CDMA 2000-1X menggunakan *fast closed loop power control*. Tujuan utama dari *closed loop power control* ini adalah untuk

memperbaiki performansi MS yang berada di pinggir sel dimana sinyal dari BTS semakin lemah sedangkan *interferensi* dari BTS lain semakin kuat.

Yang berperan aktif dari dalam metode *fast closed loop power control* adalah BTS dengan mekanisme *power control* sebagai berikut. BTS secara periodik menurunkan daya pancarnya, sementara MS harus melaporkan ke BTS mengenai kualitas *forward link*. Setelah BTS tahu kualitas *forward link*-nya, maka MS meminta BTS agar tidak lagi menurunkan daya pancarnya.

2.3 Model Propagasi

Propagasi adalah suatu proses perambatan sinyal radio dari *transmitter* menuju *reciever*. Proses ini dipengaruhi oleh jenis dan kondisi lintasan yang akan dilalui oleh sinyal radio tersebut. Terdapat dua jenis kondisi propagasi, yaitu kondisi propagasi ideal dimana sinyal yang diterima terdiri dari satu sinyal langsung dari sinyal kirim dan titik *transmitter* dan *receiver* berada pada garis pandang yang biasa dikenal dengan sebutan *Line Of Sight* (LOS). Kondisi yang kedua adalah kondisi dimana sinyal yang diterima di sisi *reciever* merupakan penggabungan dari redaman, pantulan, *refraksi*, maupun *difraksi* dari sinyal aslinya. Dan hal ini akan menyebabkan timbulnya *fading* pada proses propagasi.

Model propagasi secara garis besar dapat dibagi menjadi 2, yakni model propagasi untuk luar ruangan (*outdoor*) dan di dalam ruangan (*indoor*). Model propagasi untuk *outdoor* misalnya : model *Free Space Propagation*, model *Okumura-Hatta*, model *COST-231*, model *Lee*, model *Longley-Rice*, model *Durkin*, dll. Sedangkan contoh model propagasi untuk *indoor* adalah rugi-rugi partisi (lantai sama), rugi-rugi partisi antar lantai, model multi *breakpoint Ericsson*, model faktor redaman, model *Keenan-Motley*, dll.

Untuk mengetahui area cakupan BTS donor sebelum dipasang repeater, dalam perencanaan ini cocok digunakan analisa link budget arah reverse dengan model propagasi sinyal outdoor *COST 231-Hatta Propagation Model* untuk frekuensi 1900 MHz, sedangkan untuk untuk propagasi sinyal *indoor* maka model propagasi yang digunakan adalah model *Keenan-Motley*.

2.3.1 Propagasi Ruang Bebas (*Free Space Loss*)

Persamaan propagasi ruang bebas adalah sbb :

$$FSL = 32,45 + 20 \log f_{(MHz)} + 20 \log d_{(km)} \dots \dots \dots (2.3)$$

dimana :

FSL : *Free Space Loss* (dB)

f : frekuensi (MHz)

d : jarak antara *transmitter* dan *receiver* (km)

Persamaan di atas, digunakan untuk memprediksi redaman dimana komunikasi antara *transmitter* dan *receiver* tampak pandang (*Line of Sight (LOS)*).

2.3.2 Model Propagasi frekuensi untuk 1900 MHz

Perencanaan yang dilakukan menggunakan frekuensi 1900 MHz, dengan tipe daerah urban, dan suburban, oleh karena itu haruslah dipilih *model propagasi* yang sesuai dengan karakteristik kota Jakarta. *Propagation model* yang mendukung frekuensi 1900 MHz antara lain : *Cost 231-Hatta propagation model*, *Walfisch and Ikegami model*, dan *Statistical model* Amerika Serikat. Pada perencanaan ini dengan tipe daerah urban metropolitan, digunakan model propagasi *Cost 231-Hatta propagation model* untuk mengetahui area cakupan BTS donor sebelum dipasang repeater dengan analisa link budget arah reverse.

Cost-231 Hatta Propagation Model

Model propagasi ini merupakan modifikasi *Hatta propagation model*, dimana range frekuensi kerjanya semakin naik dari 1500–2000 MHz. Sebelum dikembangkan model propagasi ini - *Cost-231 Hatta Propagation Model* -, range frekuensi kerja dari *Hatta propagation model* adalah dari 150 – 1000 MHz. Persamaan model propagasi *cost-231 Hatta propagation model* adalah sbb :

➤ Untuk Area Urban

$$L_u = 46,3 + 33,9 \log(f_c) - 13,82 \log(H_b) - A_{Hm} + [44,9 - 6,55 \log(H_b)] x \log(r)$$

➤ Untuk Area Sub Urban

$$L_s = L_u - 2x[\log(\frac{f_c}{28})] - 5,4$$

Dimana :

A_{Hm} : Faktor koreksi untuk tinggi antenna MS

Untuk kota kecil-medium :

$$A_{Hm} = [1,1x \log(f_c) - 0,7]xH_m - [1,56x \log(f_c) - 0,8]$$

Untuk kota metropolitan :

$$A_{Hm} = [1,1x \log(f_c) - 0,7]xH_m - [1,56x \log(f_c) - 0,8] - 3$$

Lu, Ls : Nilai *path loss* isotropik

f_c : Frekuensi pembawa dalam MHz (valid dari 1500 – 2000 MHz)

H_b : Tinggi antenna BTS (valid dari 30 – 200 meter)

H_m : Tinggi antenna MS (valid dari 1 – 10 meter)

r : Radius sel (valid dari 1 – 20 km)

2.3.3 Menentukan Model Propagasi Indoor

Ada beberapa model propagasi yang biasa digunakan pada propagasi *indoor* yaitu: *Okumura Hatta*, *Keenan Motley*, *Cost 231 Multiwall* dan *Soft Partisi*. Model yang dipakai pada pengerjaan tugas akhir ini untuk *link budget* adalah model *Keenan Motley*, karena ruangan-ruangan yang dipakai memakai pemisah antar ruangan berupa soft partisi dan hard partisi, dan pemisah antar lantai berupa tembok beton dan cocok untuk bentuk ruangan pada gedung Telkom GCC.

Model propagasi *indoor* dari *Keenan-Motley* telah terbukti akurat untuk memprediksi lingkungan indoor yang tidak terlalu komplek. Nilai *path loss* yang didapatkan adalah dengan menjumlahkan redaman *free space*, redaman dinding dan redaman lantai yang dilewati oleh gelombang yang dipancarkan dari pemancar menuju ke penerima. Model *Keenan-Motley* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Lp = Lo + 20 \log r(m) + Nw.Lw + Nf.Lf \dots\dots\dots (2.4)$$

$$Lo = 32.44 + 20 \log d(Km) + 20 \log f(MHz) \dots\dots\dots (2.5)$$

dimana,

f = frekuensi kerja (1967.5 MHz)

Lo = free space loss (dB)

BAB II Dasar Teori

r = jarak antara MS dengan titik referensi antenna (meter)

d = jarak free space loss pada 1 meter

N_w = jumlah dinding antara MS dengan titik referensi antenna

L_w = redaman per dinding antara MS dengan titik referensi antenna (dB)

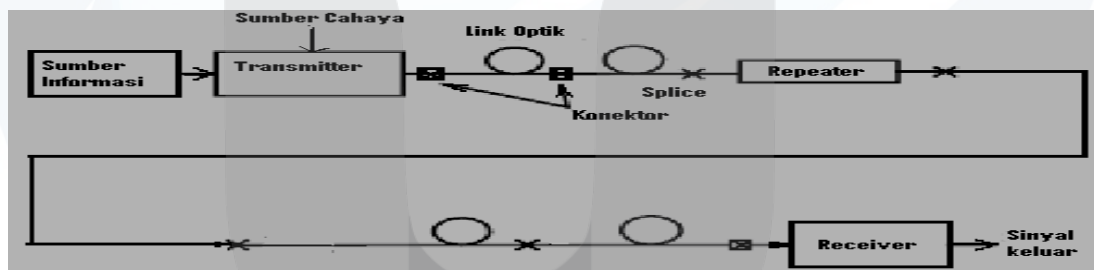
N_f = jumlah lantai antara MS dengan dengan titik referensi antenna

L_f = redaman per lantai antara MS dengan titik referensi antenna (dB)

2.4 Sistem Komunikasi Serat Optik

2.4.1 Sistem Komunikasi Dasar

Sistem komunikasi serat optik secara garis besar terdiri dari 3 (tiga) bagian utama, yaitu : pemancar (*transmitter*), penerima (*receiver*), dan serat optik sebagai media transmisinya, seperti tampak pada gambar berikut :



Gambar 2.4 Sistem komunikasi serat optik

2.4.2 Keuntungan Sistem Serat Optik

Sistem serat optik dikatakan merevolusi dunia telekomunikasi karena dibandingkan dengan sistem konvensional menggunakan kabel logam (tembaga) biasa, serat optik memiliki keunggulan:

Penggunaan media transmisi serat optik dilakukan dengan beberapa pertimbangan akan keunggulan dan kekurangan media tersebut yang tampak pada tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Keunggulan dan kekurangan serat optik

Keunggulan	Kekurangan
Bandwidth lebar	Biaya instalasi mahal
Ukuran kecil dan ringan	Flexibilitas terhadap medan rendah

Keunggulan

Redaman relatif kecil
Bebas dari Inteferensi
Bebas dari Crosstalk

Kekurangan

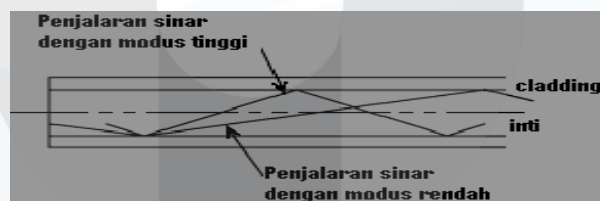
Rumit dalam hal penyambungan

2.4.3 Jenis – jenis Serat Optik

Pembagian jenis serat optik didasarkan pada modus penjalaran sinar dalam serat optik dan jenis profile indeks dari serat optik itu sendiri, yaitu :

2.4.3.1 Multimode Step Index (MMSI)

Dalam serat optik *multimode* modus penjalaran sinar lebih dari 1 (satu), seperti terlihat pada gambar 2.5. Penjalaran sinar pada MMSI dengan modus yang tinggi memiliki sudut datang lebih kecil, sehingga mempunyai lintasan yang lebih panjang dari modus yang lebih rendah. Jika kedua berkas sinar berangkat pada saat yang sama di ujung pertama, maka sinar dengan modus rendah akan lebih dahulu tiba di ujung lainnya.



Gambar 2.5 Modus penjalaran sinar MMSI

2.4.3.2 Singlemode Step Index (SMSI)

Dalam serat optik *single mode*, sinar yang dilewatkan memiliki satu modus saja seperti tampak pada gambar 2.6. Sehingga permasalahan adanya pelebaran pulsa dapat diatasi dan juga memiliki *bandwidth* paling besar karena jumlah modusnya tunggal.



Gambar 2.6 Modus penjalaran SMSI



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perencanaan dan analisa pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Daya terima rata-rata setelah perencanaan = -57.72dBm , dimana sudah memenuhi nilai yang distandarkan KPI yaitu $\geq -75\text{dBm}$ sebagai level daya terima yang bagus.
2. Setelah penerapan repeater terjadi pengecilan cakupan BTS sebesar 25% yaitu dari 0.8Km menjadi 0.6Km, tergantung dari besar *noise* yang diberikan oleh *repeater*.
3. Kapasitas BTS berkurang 36.36%, jika menggunakan *repeater* yaitu dari 22 kanal menjadi 14kanal.

5.2 Saran

1. Bila terjadi pertambahan *user*, dapat dilakukan pemasangan BTS *indoor* dengan konsekuensi biaya besar.
2. Untuk analisa lebih lanjut dapat dikaji mengenai optimalisasi *repeater* dengan menggunakan *power control*, dimana didalam *repeater* tertanam *handset*. Informasi lebih detil kunjungi website www.repeaterone.com.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] EMS Technologies, Division,” *Tips on adjusting repeater forward and reverse gain*”, EMS Wireless, USA
- [2] Ericsson, China Academy,” *CDMA2000 RF Engineering Workshop*”, Ericsson, China, 2002
- [3] Motorola,” *CDMA/CDMA2000 1X RF Planning Guide*”, Motorola Inc, USA, 2002
- [4] QUALCOMM, CDMA University, “ *Repeaters for CDMA*”, Qualcomm Incorporated, More House Drive, San Diego, USA, 2003
- [5] QUALCOMM, CDMA University, “*CDMA 2000 1X RC1 & RC2* ”, Qualcomm Incorporated, More House Drive, San Diego, USA, 2003
- [6] QUALCOMM,”*Repeater for Indoor Coverage in CDMA Network*”, Qualcomm Incorporated, More House Drive, San Diego, USA, 2003
- [7] 3G Learning Center, Kris Sujatmoko, “*CDMA2000 Voice Network Optimization*”, Antenna Laboratory, STT Telkom, Bandung, 2005

Telkom
University